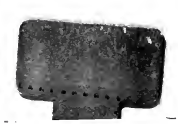

VITTORIO EM. III


FONDO PIZZOFALCONE


NAZIONALE
BIBLIOTECA
B. Prov.
Miscellanea
B
40
257
VITTORIO EM. III
NAPOLI





RAPPORT

FAIT

A L'NSTITUT DE FRANCE,

(ACADÉMIE DES SCIENCES).

IMPRIMERIE DE FAIN, PLACE DE L'ODÉON.

RAPPORT

FAIT

A L'INSTITUT DE FRANCE,

(ACADÉMIE DES SCIENCES),

SUR LES AVANTAGES, SUR LES INCONVÉNIENTS, ET SUR LES DANGERS COMPARÉS DES MACHINES A VAPEUR, DANS LES SYSTÈMES DE SIMPLE, DE MOYENNE ET DE HAUTE PRESSION;

PAR UNE COMMISSION COMPOSÉE DE MM. DE LAPLACE, *président*, DE PRONY, GIRARD, AMPÈRE, ET CHARLES DUPIN, *rapporteur*.



PARIS,
BACHELIER, LIBRAIRE, SUCCESSEUR DE Mme. Ve. COURCIER, QUAI DES AUGUSTINS, No. 55.
1823.



Ouvrages publiés par l'auteur, et qui se trouvent chez BACHELIER, *libraire.*

Voyages dans la grande-Bretagne :

Première partie. *Force militaire*, 2 vol. in-4°. avec atlas, 1820, 25 fr.

Deuxième partie. *Force navale*, 2 vol in-4°. avec atlas, 1821, 25 fr.

Troisième partie. *Force commerciale.* (*Sous presse.*) — Première section. Travaux publics des Ponts et Chaussées, ports de commerce, etc. Deuxième section. Transport sur les routes, les canaux, les fleuves et les mers. Commerce maritime.

Quatrième partie. *Force productive.*

Essais sur Démosthène et sur son éloquence, contenant la traduction des Olynthiaques, avec le texte en regard, et suivis de considérations sur l'éloquence de l'orateur athénien, in-8°., 1814.

Premier discours académique. *Inauguration de l'Académie ionienne.*

Deuxième discours. *Sur l'instruction des Grecs modernes.* — *Programme des prix olympiadiques, fondés par les Français dans les Sept-Iles.*

Troisième discours. *Influence des Sciences sur l'humanité des Peuples*, in-8°., 1819, 1 fr. 25 c.

Quatrième discours. *Progrès des Sciences et des Arts de la Marine française, depuis la paix*, in-8°., 1820, 1 fr. 25 c.

Cinquième discours. *Considérations sur les avantages de l'Industrie et des machines, en France et en Angleterre*, in-8., 1821, 1 fr. 25 c.

Sixième discours. *Introduction au Cours de mécanique appliquée aux Arts*, in-8°., 1820.

Septième discours. *Inauguration de l'amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers*, in-8°., 1822, 1 fr. 25 c.

Huitième discours. *Influence du Commerce sur le savoir, sur la civilisation des peuples anciens, et sur leur force navale*, in-8°. 1822, 1 fr. 25 c.

Examen des travaux de César au siége d'Alexia, œuvre posthume de Léopold Vaccà Berlinghierri, avec la vie de cet auteur, par Ch. Dupin, in-8°., 1812, 3 fr.

Lettre à milady Morgan sur Racine et Shakspeare, in-8°., 1818, 2 fr. 50 c.

Essai historique sur les services et les travaux scientifiques de Gaspard Monge, in-8°. et in-4°., 1819, 4 fr. 50 c. et 7. 50 c.

Développements de Géométrie, avec des applications à la stabilité des vaisseaux, aux déblais et remblais, au défilement, à l'optique, etc., pour faire suite à la géométrie descriptive et à la Géometrie analytique de Gaspard Monge, in-4°., 1813, 15 fr.

Applications de Géométrie à la Marine et aux ponts et Chaussées ; pour faire suite aux *Développements de Géométrie*, in-4°. Paris, 1822, 15 fr.

Analyse du Tableau de l'Architecture navale aux dix-huitième et dix-neuvième siècles, in-4°, 1815, 1 fr. 50 c.

Du rétablissement de l'Académie de Marine, in-8°., 1815, 1 fr. 50.

Mémoires sur la Marine et les Ponts et chaussées de France et d'Angleterre, contenant deux relations de voyages faits par l'auteur dans les ports d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande, durant les années 1816, 1817 et 1818 ; la description de la jetée de Plymouth et du canal calédonien, etc., in-8°., 1818. (*L'édition est épuisée.*)

Système de l'Administration britannique, en 1822, considérée sous les rapports des finances, de l'industrie, du commerce et de la navigation. Paris, 1823, in-8°. 3 fr.

RAPPORT

FAIT

A L'INSTITUT DE FRANCE,

(ACADÉMIE DES SCIENCES),

SUR LES AVANTAGES, SUR LES INCONVÉNIENTS, ET SUR LES DANGERS COMPARÉS DES MACHINES A VAPEUR, DANS LES SYSTÈMES DE SIMPLE, DE MOYENNE ET DE HAUTE PRESSION.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES a chargé MM. de Laplace, de Prony, Ampère, Girard et moi (1), d'examiner quels sont les avantages et les inconvéniens que présente l'emploi des machines à vapeur à moyenne et à haute pression, spécialement sous le point de vue de la sécurité publique.

Pour atteindre le but indiqué par l'Académie, la commission s'est proposé successivement ces deux questions essentiellement distinctes :

1°. Quels avantages relatifs présente l'emploi des machines à moyenne et à haute pression ;

2°. Quel est le danger de leur emploi.

---

(1) M. Charles Dupin.

PREMIÈRE PARTIE.

Avantages comparés des machines à vapeur.

Au nombre des avantages reconnus des machines à pression élevée, on doit compter celui d'occuper le moins d'espace possible. Si l'on veut suffire à la dépense d'une force donnée, il faut de moins grandes capacités pour contenir de la vapeur très-comprimée, que pour contenir de la vapeur dont la pression diffère très-peu de celle de l'atmosphère.

Il suit de là que les machines à pression élevée, toutes choses égales d'ailleurs, sont d'un emploi d'autant plus avantageux que les lieux où l'on doit s'en servir sont moins spacieux, et que le prix du terrain est plus considérable.

Si l'emploi des machines à haute pression présente des avantages, c'est donc surtout dans les lieux où beaucoup d'établissemens d'industrie et d'habitations particulières ne permettent à chaque établissement de prendre qu'un espace peu développé, dans lequel on veut cependant faire agir une très-grande force pour produire des résultats importans.

L'emploi des machines à haute pression est pareillement avantageux dans l'intérieur des mines, où l'on ne peut disposer librement que

d'un espace beaucoup moindre qu'en plein air.

Aussi voyons-nous que les machines à pressions élevées sont beaucoup employées dans les villes manufacturières, et dans les travaux des mines.

Un second avantage des machines à haute pression, plus grand encore que le premier, tient à l'économie de combustible qui résulte des effets d'une température élevée.

Nous pouvons démontrer cette économie, de la manière la plus positive, d'après l'état officiel et comparatif de l'effet des grandes machines à vapeur employées aux travaux des mines du comté de Cornouailles, en Angleterre.

Pour se former une idée de l'importance que les propriétaires et les exploitateurs des mines de Cornouailles ont dû mettre à chercher les moyens d'augmenter le produit des machines à vapeur, ainsi qu'à mesurer de la manière la plus précise l'effet des moyens propres à donner une augmentation de ce genre, il suffira de présenter cette observation : l'entretien et le service des machines pour épuiser l'eau, dans une seule grande mine de charbon, coûtent annuellement la somme de 25,500 livres sterling, c'est-à-dire environ 630,000 francs.

Pour ces motifs, en 1811, plusieurs grands propriétaires des mines de cuivre et d'étain du comté de Cornouailles désirèrent connaître avec

certitude le travail exécuté par leurs machines à vapeur. Ils convinrent d'adapter à chacune de ces machines, un compteur formé par un engrenage de roues, comparable aux engrenages d'horlogerie. Ce compteur fut disposé de manière que les aiguilles indicatrices marquaient, sur un cadran, le nombre d'oscillations du balancier de la machine à vapeur. L'établissement et la surveillance de ces compteurs furent donnés à un mécanicien digne de confiance. Le système entier de chaque compteur fut établi dans une boîte fermant à clef, afin qu'aucune autre personne que celle qui s'en trouverait positivement chargée ne pût déranger les aiguilles indicatrices.

Pour toutes les machines ainsi munies d'un compteur, on a tenu des états qui présentent :

1°. Le nom de la mine; 2°. la dimension du cylindre, simple ou double, de la machine à vapeur employée à l'exploitation de cette mine; 3°. la pression supportée par le cylindre, en raison de sa surface, et la longueur du jeu du piston dans le cylindre; 4°. le nombre d'étages de pompes; 5°. la hauteur verticale de chaque étage; 6°. la durée du travail; 7°. la consommation du charbon, estimée en boisseaux (1); 8°. l'étendue parcourue par le piston, dans la

(1) Un boisseau ras contient 35$^{lit.}$, 24.

pompe; 9°. le poids en nombre de livres (1) élevées à un pied (2) de hauteur par boisseau de charbon; 10°. le nombre des coups de piston par minute; 11°. le nom des constructeurs de chaque machine, et les observations essentielles à faire sur cette machine.

C'est d'après ce beau cadre d'expériences faites sur la plus grande échelle désirable, qu'on a comparé l'effet de diverses espèces de machines à vapeur, depuis plus de dix années.

Au mois d'août 1811, les machines employées dans les mines de Cornouailles, et soumises à l'examen dont nous parlons, élevaient à un pied de hauteur 15,760,000 livres (*avoirdupois*), par boisseau de charbon consommé.

Dès le mois de décembre de la même année, les perfectionnemens dans le service des machines, ou dans quelques-unes de leurs parties, avaient porté le produit moyen total, de 15,760,000 liv. à 17,075,000 liv.

Par suite d'améliorations du même genre, et par la construction de nouvelles machines plus parfaites que les anciennes, ce produit était,

En décembre 1812, de 18,200,000 liv.

---

(1) La livre anglaise (*avoirdupois*) équivaut à 453 grammes.

(2) Le pied anglais égale 3 décimètres et 5 millimètres.

En décembre 1814, de 19,784,000.
En mai 1815, de 20,766,000.

On sera frappé sans doute de cette amélioration progressive, qui, dans le court espace de trois ans et demi, accroît de plus de trente pour cent le produit moyen des machines à vapeur, pour une même quantité de combustible consommé. Depuis 1815, le produit s'est encore augmenté par les perfectionnemens apportés à la construction des foyers, des chaudières, et de toutes les parties du mécanisme.

Aujourd'hui l'on calcule que les machines de Watt, perfectionnées, élèvent, en consommant un boisseau de charbon, plus de trente millions de livres d'eau, à un pied de hauteur.

A côté de cette augmentation, nous devons placer celle qui résulte de l'emploi des machines à pressions qui surpassent la pression simple. Ce sont les machines construites d'après le système de Woolf, lesquelles sont, comme on sait, à moyenne pression et à condensation.

D'après ce système, on a fait pour la mine de Whealvor, en Cornouailles, une machine à double cylindre : le grand cylindre a pour diamètre 53 pouces anglais, c'est-à-dire 1$^{\text{mèt.}}$,35; le petit a pour diamètre 0^{m},135.

Cette machine a élevé 49,980,882 livres à un pied de hauteur, par boisseau de charbon consommé, tandis que le produit moyen des

autres machines n'était que de 20,479,350 livres élevées à la même hauteur.

En 1815, deux machines de Woolf ont donné pour produit moyen 46,255,250 liv. élevées à cette hauteur.

Un des inconvéniens qu'on trouve aux machines à moyenne et à haute pression, c'est de diminuer de puissance par l'usé des parties les plus délicates de leur structure, et par la déperdition de vapeur qui en résulte. Tout en reconnaissant la vérité d'une telle objection, il est juste de remarquer que des perfectionnemens récens apportés à la construction des boîtes à vapeur ont sensiblement diminué ce grave inconvénient.

Nous avons puisé les résultats que nous avons rapportés sur les machines à vapeur employées aux mines de Cornouailles, dans la collection du *Philosophical Magazine*, recueillie et publiée par le docteur Tilloch, membre de la société royale de Londres. Ces résultats s'y trouvent avec les attestations des propriétaires des mines et de l'inspecteur des machines à vapeur employées pour les épuisemens. On peut voir aussi, dans les encyclopédies anglaises les plus récentes, des développemens qui confirment les faits que nous venons de rapporter.

Des épreuves faites en France viennent à l'appui des mêmes résultats. Nos collègues

MM. Girard et de Prony ont fait séparément des expériences comparatives sur la force des machines à simple pression et des machines à pression moyenne et à condensation, suivant le système de Woolf, perfectionné par M. Edwards. Ils ont trouvé l'un et l'autre que ce dernier système est le plus avantageux, quant à l'économie du combustible. Leurs résultats présentent, il est vrai, des différences sur l'étendue de cette économie, mais leurs conclusions vont au même but; et c'est à des circonstances particulières qu'il faut rapporter les différences dont nous parlons.

Nous présenterions comme une dernière preuve de l'économie relative des machines à moyenne pression, sur les machines à simple pression, les quantités de combustible consommé dont le maximum est garanti par les fabricateurs de ces diverses machines, si l'on pouvait être certain que l'unité de puissance qu'on appelle *force d'un cheval* est la même pour les deux espèces de machines; alors il ne resterait aucun doute si l'on donnait une égale confiance aux tarifs publiés par les deux plus grands ateliers où l'on fabrique, en France, des machines à vapeur suivant l'un et l'autre système.

Il serait à désirer qu'on adoptât pour unité de mesure de la force des machines à vapeur, au lieu d'une indication vague et mal définie, un

poids constant élevé à une hauteur déterminée, par exemple, 100 kilogrames élevés à un mètre de hauteur durant une seconde : quantité d'action qu'on désignerait très-convenablement par le nom de *dyname*. Alors l'effet utile de la machine serait connu par la simple indication du nombre de dynames que sa force produit; et l'on pourrait toujours s'assurer qu'une machine à vapeur a tel degré de puissance, en faisant supporter à son piston une pression suffisante et déterminée, puis en comptant l'espace que le piston fait parcourir à ce poids durant une seconde.

Quant à la mesure de la tension de la vapeur, en lui donnant pour unité la pression de l'atmosphère, il faudrait constamment rapporter cette pression à celle qu'indique une colonne barométrique de 76 millimètres de hauteur, à la température de la glace fondante.

En revenant au premier objet de notre rapport, d'après tous les détails où nous venons d'entrer, nous croyons pouvoir conclure comme d'un fait d'expérience irrécusable, qu'il y a économie à prendre pour force motrice, la vapeur élevée à une température qui surpasse de plusieurs unités, celle qui correspond à la simple pression de l'atmosphère. Mais jusqu'à quel terme convient-il de porter la tension de la vapeur? quelle est la loi mathématique qui

donne le produit des machines à vapeur, en fonction de la température et des tensions qui en résultent? C'est ce qu'on ne peut pas encore décider d'une manière rigoureuse, par la seule théorie.

Des expériences nouvelles faites avec soin, accompagnées de calculs convenables pour donner les unités qui manquent aux évaluations, et la valeur de chaque espèce de déperdition de chaleur et de mouvement, pourront seules donner à la théorie un complément qui lui manque et qui fasse concorder numériquement ses résultats définitifs, avec l'action réelle des machines à vapeur, pour les différens degrés de pression.

Quant à présent, il nous suffit que des expériences faites en grand et durant plusieurs années, aient montré d'une manière positive qu'on trouve une économie considérable, dans l'usage de machines où la vapeur supporte une pression supérieure à celle de deux atmosphères, pour fixer nos idées à l'égard de l'avantage des pressions qui sont au-dessus de la pression simple.

Jusqu'ici nous n'avons comparé les machines à simple pression qu'avec les machines à moyenne pression : comparons-les maintenant avec les machines à haute pression, qui, comme

on sait, ont pour caractère de jouer sans condensation de vapeur.

En Angleterre M. Trevithick, en Amérique M. Oliver Évans, ont les premiers exécuté des machines à haute pression.

Au Pérou plusieurs des mines les plus riches tombaient en décadence, et quelques-unes devenaient inexploitables, par l'impossibilité de les assécher au moyen du travail de l'homme. Dans cet état de choses, le directeur général des mines eut l'idée de s'adresser à M. Trevithick pour obtenir des machines à haute pression, propres à l'épuisement des eaux dans ces mines précieuses. En peu de mois, neuf de ces machines furent construites dans le sud de l'Angleterre, et portées au Pérou, vers la fin de 1814.

Elles y rendirent de tels services, que le trésorier de cette province proposa d'élever à M. Trevithick une statue en argent, comme un monument de la reconnaissance du nouveau monde.

Parlons maintenant des machines à haute pression qui sont dues à l'invention d'Oliver Évans. Cet habile ingénieur en a construit un grand nombre qui toutes ont présenté des économies considérables dans la consommation du combustible.

A Philadelphie, lorsqu'on remplaça la machine à simple pression qui servait pour élever

les eaux nécessaires à la consommation de la ville, par une machine à haute pression construite d'après le système d'Oliver Évans, l'économie du combustible seul fut de 85 fr. par jour : ce qui fait plus de 30,000 francs par an. Ce fait est cité par M. Partington, dans son *Histoire des machines à vapeur*. Il est fâcheux que M. Partington ne donne ni la quantité totale des eaux élevées, ni l'élévation de ces eaux, ni le poids du combustible employé pour produire cet effet.

Heureusement M. Marestier a rapporté dans ses mémoires sur la marine des États-Unis d'Amérique, les particularités essentielles au fait que nous citons. La machine établie à Philadelphie élève, en vingt-quatre heures, plus de vingt mille tonneaux d'eau à 30 mètres de hauteur, et consomme par jour $43\frac{1}{2}$ stères de bois. La machine à haute pression qui produit ces résultats n'a coûté que 123,000 francs; tandis qu'une machine de même force et à simple pression, dit M. Marestier, aurait coûté 200,000 francs pour la faire exécuter en Amérique, ainsi que la première.

Les machines d'Évans font travailler la vapeur sous une pression de huit et même de dix atmosphères. Un grand nombre de ces machines sont construites en Amérique, où elles rendent des services essentiels.

Le congrès des États-Unis ayant fait en 1814 un rapport sur les progrès des arts utiles, dans les États de l'Union, Oliver Évans fut cité dans ce rapport comme un des bienfaiteurs de son pays. Le congrès voulut lui donner un autre témoignage solennel de sa reconnaissance, en lui accordant, par une faveur spéciale, la prolongation, pour dix années (1), du brevet d'invention relatif à ses machines à haute pression; faveur pareille à celle que Watt et Boulton avaient obtenue du parlement d'Angleterre, pour leurs machines à simple pression.

L'usage des machines à pression élevée, comme nous l'apprend M. Marestier dans son voyage en Amérique, s'est multiplié de plus en plus aux États-Unis. D'après les renseignemens que l'un de nous a pris auprès de personnes dignes de toute confiance, l'usage de ces machines, loin de se restreindre, s'étend au contraire dans la Grande-Bretagne.

Dans ces derniers temps, un Américain fort connu par ses ingénieux procédés pour employer l'acier au lieu du cuivre à des planches de gravure, M. Parkins, a surpassé tous ses devanciers par la hardiesse de ses conceptions. Il emploie la vapeur comme force motrice, sous une pression supérieure à trente

(1) De 1815 à 1825.

atmosphères; et il paraît y trouver de grands avantages.

Dans les machines à haute pression construites jusqu'à ce jour, il faut donc se regarder, sous le point de vue de l'économie du combustible, comme au-dessous du point qui doit donner le maximum d'économie.

L'emploi de la vapeur condensée est une industrie encore dans l'enfance; et, malgré l'importance des services qu'elle a déjà rendus, on doit considérer cette industrie comme bien éloignée des services qu'elle rendra, quand on connaîtra mieux l'art de tirer parti de ses effets.

SECONDE PARTIE.

Mesures de sûreté.

Lorsque des machines d'un certain genre sont employées depuis un grand nombre d'années, l'habitude fait pour ainsi dire fermer les yeux sur les dangers qu'elles présentent, et l'on ne prend plus même la peine de compter les accidens qu'elles produisent. Ainsi l'emploi de la force du vent sur les voiles occasione, chaque année, un grand nombre de naufrages; soit qu'un

coup de vent trop fort fasse chavirer les navires, soit qu'il casse leurs mâts, emporte leurs voiles, laisse les marins à la merci des flots, et les pousse à leur perte sur des côtes et des rochers. Ces accidens ne comptent plus; *ils sont*, si nous pouvons parler ainsi, *reçus*. Nous ne daignons pas même apprendre que chaque année, plusieurs centaines ou plusieurs milliers de matelots périssent victimes du système de navigation qui fait usage du vent comme force motrice.

Mais, si un seul bateau à vapeur vient à sauter ou à brûler par l'effet de sa force motrice, aussitôt les papiers publics apprennent ce fait à tous les peuples du globe. Un cri s'élève de toutes parts; et l'on regarde comme le plus dangereux des moyens mécaniques, celui qui peut-être l'est moins que tout autre, dans le cours ordinaire de la navigation, et surtout à l'approche des côtes.

Il est d'ailleurs certains genres de destruction qui frappent davantage l'imagination des hommes. Des explosions qui retentissent au loin, comme celles de la poudre; ou celles des capacités qui contiennent de la vapeur fortement condensée, effraient les hommes beaucoup plus que les accidens qui leur procurent une mort moins bruyante.

On frémit d'épouvante à l'idée d'un magasin

à poudre qui saute par l'effet de l'inflammation de la matière combustible qu'il renferme; souvent il ne produit, cependant, pas plus de mal que la rupture de ce tonneau colossal qui, dans la brasserie de M. Meux, à Londres, ayant rompu ses cercles, abattit le mur de clôture de l'établissement, inonda la maison voisine, et noya *dans la bière* les personnes qui l'habitaient.

Dans toute discussion relative aux dangers des machines, il importe de juger ces dangers en faisant abstraction de toutes les circonstances accessoires, qui, le plus souvent, ont la plus grande part dans les jugemens du vulgaire.

Toutes les fois que l'homme accumule les forces de la nature pour leur faire remplir une certaine destination, si, par un accident quelconque, elles se dérangent de la direction qui leur est tracée, elles peuvent produire des accidens plus ou moins graves.

Ainsi l'homme n'emploie pas une machine, il ne met pas une force en action, qui n'aient leurs dangers particuliers.

Vouloir n'employer que des machines et des forces qui laisseraient une sécurité complète à la maladresse, à l'imprudence, à la témérité, ce serait donc vouloir se priver de l'usage même des machines, qui sont le fruit de la plus heureuse industrie, et du bienfait des forces dont

elles transmettent l'action pour satisfaire aux besoins de nos arts les plus utiles.

Mais, s'il est pusillanime de chercher à fuir toute espèce de dangers dans les travaux de l'industrie, l'on serait coupable si l'on permettait à quelques hommes d'employer, pour atteindre un but d'utilité secondaire, des moyens qui compromettraient évidemment l'existence de leurs semblables : c'est alors que l'autorité publique serait en droit d'intervenir, et d'exercer une influence toute bienfaisante.

Ce cas est-il celui des machines à vapeur en général, ou seulement d'une classe particulière de machines à vapeur? faut-il restreindre à certaines localités, l'usage des machines à pressions élevées ou moyennes?

Voilà des questions grandes, importantes, et sur lesquelles l'Académie est appelée à donner son avis, par l'invitation même de l'autorité publique.

Avant de chercher à les résoudre, nous ne croyons pouvoir mieux faire que de citer ici l'opinion d'un comité d'enquête institué par la Chambre des communes de la Grande-Bretagne, pour examiner quelles mesures de sûreté publique l'autorité pouvait et devait prescrire à l'égard des machines à vapeur; on y reconnaîtra la sagesse qui caractérise les opérations de ces législateurs éclairés.

« Votre comité, disent les membres qui le composent, en s'adressant dans leur rapport, à la chambre qui les a choisis, votre comité n'est entré dans l'examen dont vous l'aviez chargé, qu'avec un sentiment profond de l'inconvénient qu'il y aurait à ce que l'autorité législative interposât son action dans les intérêts des propriétés privées, au-delà du terme où doit s'étendre le soin de la sûreté publique; à ce qu'elle interposât une telle action en mettant quelque limite aux tentatives de ce talent, de ce génie pour la mécanique, qui distinguent éminemment les artistes de notre contrée. C'est, en effet, par la grande économie apportée dans le travail de l'homme, au moyen de nos machines, que les manufactures de l'Angleterre, ajoutent-ils, se sont élevées au-dessus de toutes les industries des nations rivales, et que le commerce de l'empire britannique s'est étendu avec supériorité dans toutes les parties de l'univers.

» Parmi les moyens employés pour arriver à ces grands résultats, on ne peut un seul moment perdre de vue, ni méconnaître l'emploi de la vapeur, comme un agent d'une extrême puissance, d'une application presque universelle, et d'une telle utilité, que (sans son secours) une partie très-considérable des ouvriers de la Grande-Bretagne, occupés dans les vastes

districts abondans en mines, seraient aujourd'hui privés de leurs moyens de subsistance.

» En consultant l'enquête que nous soumettons à la chambre, on pourra voir avec quel avantage l'industrie britannique a, depuis ces derniers temps, employé la force de la vapeur pour faire marcher des bateaux soit de charge, soit de passage; combien ce moyen a pris plus d'étendue, en Amérique; et combien son application peut s'accroître avec le temps.

» De telles considérations ont rendu votre comité encore plus opposé qu'il ne l'était, en commençant son enquête, à l'idée de proposer l'adoption d'aucune mesure législative par laquelle le génie et la science des artistes britanniques pourraient, *nous ne disons pas* ÊTRE, mais seulement PARAÎTRE *entravés*, et privés d'encouragement.

» Vos commissaires savent que la considération de ce qu'on doit à la sécurité des citoyens, a, dans plusieurs occasions, fait établir ce principe : quand la sûreté publique peut être mise en danger, par l'ignorance, la cupidité ou la négligence, contre lesquelles des individus ne peuvent pas ou ne savent pas se défendre, il est du devoir du parlement d'interposer son autorité.

» C'est d'après ce principe qu'on a fait des règlemens sur la construction et la solidité des

murs mitoyens, sur la structure et le chargement des voitures publiques, sur les conditions à remplir pour être médecin, pilote, etc.

» Votre comité pense que ce principe pourrait, avec autant de fondement, être étendu au cas actuel, par rapport aux conséquences désastreuses résultant de l'explosion de la chaudière d'une machine à vapeur, sur un bateau qui sert au transport des voyageurs. Car les causes qui ont produit de tels accidens n'étaient pas découvrables par l'expérience, et ne pouvaient pas être soumises au contrôle des passagers, même quand les machines étaient librement offertes aux regards des observateurs.

» Votre comité a reconnu, comme étant l'opinion de toutes les personnes expérimentées sur de tels sujets, que des machines à vapeur convenablement construites peuvent être employées avec une parfaite sécurité, même pour des bateaux de passage. Ces personnes s'accordent encore généralement (bien qu'avec quelques exceptions) sur l'opinion que *les machines à haute pression* peuvent être employées en toute sûreté au même genre de service; pourvu qu'on ait la précaution de faire usage de soupapes de sûreté bien adaptées, et de chaudières bien construites. De plus, il faut remarquer qu'une grande majorité d'opinions penche en faveur

des chaudières de fer forgé, de préférence au fer coulé.

« En conséquence, votre comité soumet à votre considération les résolutions suivantes :

» 1°. D'après l'interrogatoire de plusieurs ingénieurs expérimentés, interrogés par le comité, il appert que l'explosion du bateau à vapeur, à Norwich (1), fut occasionée, non-seulement par la mauvaise construction et les matériaux peu convenables de la chaudière ; mais parce qu'on avait surchargé la soupape de sûreté adaptée à cette chaudière. D'après cela, la force expansive de la vapeur fut élevée à un degré de pression supérieur à celui que la chaudière était calculée comme devant supporter.

» 2°. Relativement aux cas où de semblables explosions ont été produites sur des navires, dans des manufactures et d'autres ateliers où l'on faisait usage de machines à vapeur, le comité pense que ces accidens doivent être attribués à l'une ou à l'autre des deux causes qu'on vient de mentionner.

» 3°. C'est l'opinion du comité que, pour prévenir le retour de pareils accidens, les moyens sont aisés et simples. Ils semblent n'avoir aucun inconvénient pour les propriétaires de ba-

(1) Cette explosion est un des principaux accidens qui avaient donné lieu à l'enquête parlementaire.

teaux à vapeur, et ne devoir produire aucune dépense nouvelle qui puisse être ruineuse pour ces propriétaires, ou de nature à empêcher l'accroissement de ces constructions navales.

» Voici les moyens que le comité propose : 1°. Toutes les chaudières des machines adaptées aux bateaux à vapeur seront enregistrées au port le plus voisin de la place d'où ils doivent partir. — 2°. Toutes les chaudieres de ces machines seront de fer forgé ou de cuivre. — 3°. Avant qu'on fasse usage d'un bateau à vapeur pour transporter des passagers, il faudrait que les chaudières de sa machine fussent soumises à l'inspection d'un ingénieur expérimenté, ou de toute autre personne familiarisée avec ce sujet : cette personne s'assurerait par expérience que ces chaudières ont assez de force et présentent une sécurité convenable pour le genre de service qu'elles devront faire.

» Il faut que chaque chaudière soit munie de soupapes de sûreté, d'une construction et d'une puissance suffisantes. Une de ces soupapes, serait inaccessible à l'ouvrier chargé de diriger l'action de la machine; l'autre accessible, non-seulement à cet ouvrier, mais à toute autre personne à bord du bateau. L'inspecteur examinera ces soupapes et certifiera quelle est la pression qui pourra les faire ouvrir. Cette pression n'excédera pas le tiers de celle par laquelle

on a éprouvé la force de la chaudière ; ni le 6e de la force que l'on calculera que cette chaudière peut supporter à la rigueur, avant de se rompre. Une punition serait infligée à toute personne qui placerait un poids additionnel sur l'une des soupapes de sûreté.

» 4°. Le président du comité sollicitera, de la chambre, la permission de présenter un bill pour faire passer en loi ces diverses résolutions. »

Le parlement d'Angleterre, après un mûr examen, a sanctionné la plupart des mesures de précaution demandées par son comité d'enquête. Il a spécialement ordonné que les chaudières des machines employées pour des bateaux à vapeur, seraient munies de soupapes de sûreté, ainsi qu'on l'avait proposé.

Mais le parlement n'a point défendu l'usage des machines à haute pression, même pour les bateaux destinés à transporter une foule de passagers qui n'auraient aucun espoir de salut, en cas d'une explosion qui ferait couler bas le navire en pleine mer ; à plus forte raison n'a-t-il point, par des conditions spéciales, gêné ni restreint cet usage, dans les villes, et près des lieux habités.

Cependant nous devons dire que, sur les bateaux de poste construits par la Marine britannique, pour faire le service entre l'Angleterre et la France ainsi qu'entre l'Angleterre

et l'Irlande, on a préféré l'emploi des machines à simple pression.

Des accidens déplorables ont eu lieu en Amérique, en Angleterre et en France; ils ont fait naître beaucoup d'opposition contre l'emploi des machines à haute pression.

D'après les rapports de M. Marestier, on voit qu'aux États-Unis, M. Évans a défié ses adversaires de lui citer un seul exemple de machines construites d'après ses principes, qui aient éprouvé d'explosion; et l'on n'a pu rien répondre à M. Évans, dont les machines travaillent cependant sous une pression de dix atmosphères.

En Angleterre, il est bien prouvé que des accidens graves ont eu lieu avec des machines à haute pression; mais des accidens graves aussi ont eu lieu avec des machines à simple pression. Plus d'une fois des explosions dues à ces dernières machines, ont été attribuées aux premières, soit en Amérique, soit en Angleterre.

Dans les *Annales de Physique et de Chimie*, on vient de donner la relation (1) d'une forte explosion qui a eu lieu près d'Édinburgh, dans un établissement où se trouvait une très-grande

(1) Cette relation faite par M. Robert Stévenson, habile ingénieur civil de la Grande-Bretagne, est extraite du Journal Scientifique publié par le docteur Brewster, sous le titre de *Edinburgh Philosophical Magazine*.

chaudière à vapeur, à moyenne pression. Les éclats de cette chaudière ont été lancés à une distance fort considérable; ils ont parcouru une trajectoire ayant 21 mètres de flèche et $43^{mèt.},75$ d'amplitude.

Il est important d'observer que la forme de cette chaudière n'avait rien de commun avec celle des machines à pressions élevées. Elle était, il est vrai, construite en fer forgé; mais avec un clouage trop multiplié; ce qui, criblant de trous les lignes de jonction des feuilles de fer, a permis le déchirement de la chaudière, suivant la direction même de ces lignes.

En France, les machines à basse, à haute et à moyenne pression, ont aussi produit des accidens sur lesquels il importe spécialement de nous arrêter.

Des accidens graves, des accidens qui ont coûté la vie à plusieurs personnes, ont été produits avec des machines à vapeur, dites à *basse pression*, mais qui cessent d'être telles toutes les fois qu'on force le feu; et lorsqu'on ne permet à la vapeur qui se condense, de s'échapper, qu'en soulevant des soupapes surchargées volontairement, ou bien accidentellement arrêtées. Nous pourrions citer entre autres un accident déplorable arrivé dans les premières années de l'établissement de l'usine du Creusot, où plusieurs individus furent tués par l'explo-

sion de la chaudière d'une machine dite à *basse pression*. Passons aux autres machines.

A Péronne, on avait établi une machine anglaise à haute pression, sans condensation. Le balancier de cette machine ayant cassé, la force de la vapeur contenue dans le cylindre a poussé de bas en haut le piston et sa tige, qui ont percé les planchers et le toit de l'édifice où se trouvait la machine. Il n'y a eu aucune personne tuée ni blessée.

A Paris, chez un fabricateur de cylindres pour les filatures, il y a une machine à vapeur à moyenne pression : la partie inférieure de la chaudière s'étant fendue, l'eau s'est répandue dans le foyer, elle a éteint le feu ; les murs du fourneau n'ont pas même été ébranlés, et l'on n'a entendu aucun bruit lors de la rupture de la chaudière (1).

Enfin, un dernier accident plus grave que les autres, est celui qui a eu lieu dernièrement à Essonne, avec une machine à vapeur de moyenne pression, dont la chaudière avait été coulée dans une fonderie qui n'était pas montée pour de semblables opérations.

Dans un mémoire qui ne laisse rien à désirer, un de nos collègues a montré que cet accident

(1) Un accident du même genre a eu lieu sans plus graves accidens, il y a trois années, dans un autre établissement.



n'était dû qu'à la grossière fabrication de la chaudière, et au mauvais assemblage de ses diverses parties.

Il résulte des détails où nous venons d'entrer, que, jusqu'à ce jour aucune chaudière à vapeur, à haute ou moyenne pression, construite dans un établissement régulier en France, n'a éprouvé d'explosion. Cependant ces machines sont en plus grand nombre que celles qu'on a tirées de l'étranger. L'année dernière, dans un seul établissement de Paris, on a construit trente-six de ces machines. On en construit un plus grand nombre encore cette année; et l'emploi qu'on en fait, loin de dégoûter les fabricans, leur démontre de plus en plus l'avantage de ce genre d'action mécanique. Depuis 1815, les ateliers français ont fabriqué plus de cent vingt machines à moyenne et à haute pression.

A Saint-Quentin, depuis 1815, on a tiré d'un seul établissement de Paris, trente-deux machines à moyenne pression, et les acquéreurs de ces machines se louent généralement de l'usage qu'ils en font.

Il importait de s'assurer si l'absence de toute espèce d'explosions, depuis l'introduction de ces machines françaises, jusqu'à ce jour, n'était due qu'à des circonstances fortuites, ou bien était la conséquence nécessaire des précautions

multipliées, et des épreuves préalables auxquelles on soumet les chaudières, dans les établissements où on les fabrique. C'est ce que l'un de nous a fait avec soin pour les chaudières en fer coulé, qui sont regardées comme les moins sûres. Voici le détail de ses observations, et des renseignemens qu'il a pris sur les lieux mêmes.

Dans le plus grand atelier que les Français possèdent, les machines qu'on fabrique sont à moyenne pression et à condensation, d'après le système de Woolf.

Dans ces machines, la pression peut varier entre tous les degrés possibles, depuis la simple pression de l'atmosphère, jusqu'à deux fois et demie ou trois fois en sus de cette pression.

Les variations qui surviennent dans la pression de la vapeur, par l'intensité plus ou moins grande de la chaleur, sont indiquées (suivant le moyen connu) par un siphon à mercure, appelé *manomètre*.

Les parties de la machine qu'on doit regarder comme supportant les plus grandes pressions de l'atmosphère, et les plus grandes actions de la chaleur, sont la chaudière et ses appendices; car il n'arrive jamais d'accidens graves aux cylindres.

Il faut distinguer, dans les chaudières du

système de Woolf, la chaudière proprement dite et les tubes bouilleurs.

La chaudière et les tubes bouilleurs sont en fer coulé, de seconde fusion. La matière la plus douce, la plus liante et la plus tenace, est celle qu'on emploie pour le coulage qu'on fait avec une fonte affinée encore par cette seconde fusion.

La chaudière a la forme d'un cylindre dont l'axe est horizontal, et qui se termine des deux bouts par une calotte sphérique qui se raccorde avec la paroi du cylindre, au moyen d'un petit quart de rond.

Les chaudières des grandes et des petites machines à vapeur, ainsi que les tubes bouilleurs ont une épaisseur qui varie de 34 à 45 millimètres. Les chaudières des premières machines à vapeur construites sur le système qui nous occupe, avaient une épaisseur presque double; mais bientôt on a reconnu l'inconvénient de cette grande épaisseur. Les parties exposées immédiatement à l'action du feu, étaient obligées de prendre une température très-élevée, avant de communiquer par une dégradation insensible, à l'eau renfermée dans les tubes bouilleurs et dans la chaudière, une température convenable. Les parois extérieures éprouvaient une dilatation beaucoup plus grande et beaucoup plus rapide que les parois intérieures. Lors du refroidissement, les déperditions de la chaleur se faisaient

dans un sens opposé, mais avec la même inégalité. Il en résultait que les surfaces de ces parois trop épaisses, se crevassaient d'abord d'une manière presque insensible à la vue ; mais peu à peu les crevasses augmentaient de longueur, de largeur et de profondeur.

Ces observations ont conduit à réduire par degrés l'épaisseur des chaudières, jusqu'à la limite actuelle, que l'expérience a démontrée comme suffisante.

Les tubes bouilleurs ont un diamètre beaucoup moindre que les chaudières : pour les petites machines, ce diamètre n'est pas la moitié de celui de la chaudière ; pour les grandes, il n'en est pas le tiers.

Les tubes bouilleurs ont leurs axes parallèles à celui de la chaudière ; ils sont placés au-dessous d'elle, immédiatement au-dessus du foyer ; une rangée de briques jointives, posées horizontalement, bouche les petits intervalles qui séparent les tubes bouilleurs (tubes qui sont tous à la même hauteur). Par ce moyen la flamme directe du foyer et sa chaleur rayonnante ne frappent que les tubes bouilleurs. Des conduits latéraux permettent à la chaleur de s'élever par une voie détournée, pour se répandre dans l'espace vide qu'on ménage exprès entre les côtés, ainsi qu'entre le dessous de la chaudière et le dessus des tubes bouilleurs.

Comme la chaudière éprouve de la part de la chaleur, une action moins forte et moins subite que les tubes bouilleurs, elle est moins sujette aux dégradations que l'action du feu peut produire. Sous ce point de vue, si quelque partie pouvait se rompre, ce serait le dessous des tubes bouilleurs, et non pas la chaudière; or, cette rupture aurait pour effet d'inonder le foyer et d'éteindre le feu : comme l'expérience l'a fait voir, dans un des accidens que nous avons cités précédemment.

La chaudière est d'une seule pièce pour les machines à vapeur qui sont au-dessous de la force de quatre chevaux; elle est composée de deux pièces pour les machines plus grandes, jusqu'à la force de vingt-quatre chevaux; au delà de ce terme elle est composée de trois pièces.

Les parties contiguës de la chaudière sont réunies l'une à l'autre par des collets intérieurs, ayant la même épaisseur que les parois de la chaudière, et beaucoup plus de largeur.

Ces collets, qui s'appliquent à plat l'un contre l'autre, sont réunis par des boulons à écrous en fer forgé : le nombre de ces boulons est égal au nombre de chevaux qui désigne la force de la machine : tant que ce nombre n'est pas supérieur à vingt.

Le diamètre des boulons, la grosseur de leurs têtes, et celle de leurs écrous, sont tels

que la chaudière est plus forte, aux endroits du raccordement de ces diverses parties, qu'en tout autre point. Un mastic ferrugineux est chassé de force avec le ciseau et le marteau, entre les joints des parties contiguës, pour ne laisser à la vapeur aucune espèce d'issue.

Les tubes bouilleurs, coudés à l'une de leurs extrémités, s'emboîtent par ce coude, dans des ouvertures circulaires qu'on ne peut mieux comparer qu'à des culottes coupées au-dessus du genou, en supposant que le corps horizontal représente le ventre de la chaudière, et que les cuisses soient pareillement horizontales.

L'ajustement des tubes bouilleurs avec la chaudière, a la même solidité, il est fait avec les mêmes soins que l'ajustement des diverses parties de la chaudière.

Avant de recevoir pour l'usage, les tubes bouilleurs et la chaudière, on les soumet séparément à des pressions intérieures très-fortes. Elles s'élèvent jusqu'au quintuple de la pression la plus considérable que la vapeur doive recevoir lors du jeu de la machine. Cette pression va de onze à quatorze kilogrammes par centimètre carré; tandis que la pression maximum de la vapeur, dans la chaudière, n'est pas de trois kilogrammes par centimètre carré.

La pression d'épreuve dont nous parlons est donnée par le moyen de la presse hydraulique:

elle est mesurée par le poids dont il faut charger le grand bras d'un levier dont le petit bras pèse sur une soupape d'une superficie donnée.

Avant de présenter aucune conclusion sur les faits et sur les observations que nous venons d'exposer, nous allons les résumer en peu de mots.

L'emploi des machines à pression élevée est plus avantageux que celui des machines à basse pression,

1°. Parce qu'il exige des emplacements d'autant moins grands, que la compression de la vapeur est plus considérable;

2°. Parce qu'il produit la même force que des machines à simple pression, avec une moindre quantité de combustible.

Mais l'emploi des machines à pression élevée est regardé comme plus dangereux que celui des machines à pression simple.

Néanmoins on peut construire des machines où les explosions soient sinon impossibles, du moins extrêmement rares; des machines où les explosions ont été sans exemple jusqu'à ce jour, dans l'emploi qu'en ont fait les Français.

De ce nombre sont les machines à pression moyenne de trois à quatre atmosphères, construites en France sur le système de Woolf, perfectionné par Edwards, en employant des chaudières et des cylindres quatre à cinq fois

plus forts qu'il ne faut pour éclater avec la force de la vapeur à laquelle ils doivent résister habituellement.

De ce nombre encore sont les machines à haute pression, de dix atmosphères, exécutées sur le système d'Olivier Évans, aux États-Unis d'Amérique : en employant des chaudières dix fois plus solides qu'il ne faut pour être au point d'éclater avec la force de la vapeur à laquelle elles doivent résister habituellement.

Mais des machines construites avec moins de soins, ou manœuvrées avec plus d'imprudence, ont éprouvé des accidents graves, surtout dans la Grande-Bretagne.

En France il n'y a qu'un seul accident qui ait coûté la vie à quelques personnes; c'était à deux individus attachés au service de la machine.

En France, le dommage causé par l'explosion d'*aucune* machine à vapeur, ne s'est étendu hors du local où la machine même était établie.

Par conséquent, en France, *aucun* voisin n'a souffert, ni dans sa propriété, ni dans sa personne, par l'explosion des machines à vapeur. C'est pourquoi nous croyons ne devoir prescrire aucune distance de ces machines aux endroits habités par des voisins. A ce sujet nous ferons observer qu'un éloignement quelconque obligé, pour les machines établies dans les villes, suffirait pour y proscrire par le fait,

l'usage des machines à moyenne et à haute pression.

Cependant si ces explosions n'ont produit encore aucun accident, aucun dommage aux voisins, il n'est point prouvé qu'elles ne peuvent pas en produire par la suite. Or, la seule appréhension d'un danger est un dommage réel apporté par l'établissement d'une machine à pression moyenne ou élevée, dans le voisinage d'une habitation.

Une telle objection est fondée, elle est puissante; elle commande de multiplier les précautions, pour éloigner de plus en plus les probabilités de tout péril. C'est dans cette vue que nous proposons les mesures suivantes.

1°. Deux soupapes de sûreté seront adaptées à la chaudière des machines à vapeur. L'une de ces soupapes sera disposée de manière à rester hors de l'atteinte de l'ouvrier qui dirige le chauffage et le jeu de la machine; l'autre devra rester à la disposition de cet ouvrier, pour qu'il puisse au besoin diminuer la pression de cette soupape. Tandis qu'il augmenterait en vain cette pression, puisque la soupape à laquelle il ne peut atteindre ouvrirait passage à la vapeur, à une plus basse limite que celle qu'il aurait l'imprudence de vouloir dépasser (1).

(1) Si l'on craignait que l'usage des deux soupapes de

2°. Nous proposons qu'on éprouve par le moyen de la presse hydraulique, la force de toutes les chaudières; en faisant supporter à ces chaudières une pression de quatre à cinq fois plus grande que celle qu'elles devront supporter dans le jeu habituel de la machine, tant que la pression sera comprise entre deux et quatre atmosphères. Au delà de ce terme la pression d'épreuve devra surpasser autant

---

sûreté ne présentât pas encore une garantie suffisante contre une explosion qui pourrait avoir lieu, si les soupapes, encrassées ou rouillées par suite d'une longue et inexcusable négligence, adhéraient à la fois aux parois de l'ouverture dans laquelle elles doivent jouer, alors nous conseillerions d'employer un moyen surabondant qui nous est fourni par les progrès de la chimie. On encadrerait dans la partie supérieure de chaque chaudière, deux rondelles d'un métal fusible à un degré déterminé d'après la pression à laquelle la vapeur doit jouer habituellement. On emploie déjà ce procédé, avec un plein succès, pour les marmites autoclaves : voici de quelle manière. Supposons, par exemple, qu'on doive faire usage d'une marmite autoclave, à la température habituelle de 110. On prend deux rondelles métalliques dont l'alliage est de nature à fondre, pour l'une à 120°, pour l'autre à 130°. On a soin que la rondelle la moins fusible soit beaucoup plus grande que l'autre, afin qu'elle procure un plus grand et plus rapide échappement à la vapeur dans le cas où l'échappement par le trou de la petiterondelle ne serait pas suffisant.

de fois la tension habituelle qu'éprouvera la vapeur, lors du jeu de la machine, que cette tension habituelle surpasse de fois la simple pression de l'atmosphère.

3°. Nous proposons que chaque fabricant de machines à vapeur soit tenu de faire connaître ses moyens d'épreuve et tout ce qui peut garantir la solidité et la sûreté de sa machine, surtout de la chaudière et de ses appendices. Le fabricant doit faire connaître à l'autorité ainsi

---

On pose chaque rondelle en dessous du couvercle de l'autoclave, dans un emboîtement ouvert et circulaire, offrant en dedans deux ou trois pas de vis. Un écrou percé de trous comme une écumoire se visse sous la rondelle fusible; de manière que la vapeur développée dans la chaudière, trouve une foule de points de contact avec le métal fusible de la rondelle. L'expérience a parfaitement justifié la bonté de ce moyen. Toujours la fusion du métal de la petite rondelle a suffi. Quelle qu'ait été la violence du feu, lorsque la fusion de ce métal s'est opérée, on n'a pu jamais élever assez la température dans l'intérieur de la marmite pour arriver jusqu'au degré nécessaire à la fusion de la grande rondelle.

On trouvera d'ailleurs, à ce sujet, d'intéressants détails sous le titre de *Résultat des travaux du conseil de salubrité et d'une commission spéciale sur les marmites et appareils autoclaves*, dans le tome IV, pag. 5 *des Annales de l'industrie nationale et étrangère;* ouvrage périodique rédigé par MM. Lenormand et Moléon.

(*Note particulière du rapporteur.*)

qu'au public la pression habituelle sous laquelle joueront ses machines : cette pression étant évaluée en unités d'atmosphère, ou en kilogrammes par centimètre carré de surface exposée à l'action de la vapeur.

Aux précautions que nous venons d'indiquer l'académie a jugé convenable d'en ajouter une dernière dont le but est d'écarter des voisins jusqu'à l'apparence de danger.

Ce moyen consiste à entourer d'un mur les chaudières de machines à vapeur qui se trouvent à proximité de quelque habitation, dans le cas où ces machines seraient d'une force suffisante pour qu'une explosion pût renverser le mur mitoyen qui sert de limite à cette habitation, et à l'établissement où se trouve la machine à vapeur.

L'académie a pensé qu'on pouvait dans tous les cas réduire à un mètre la distance du mur d'enceinte au mur mitoyen, à un mètre l'épaisseur du mur d'enceinte, et à un mètre la distance de ce mur à la chaudière.

Il nous semble que pour les machines les moins fortes, on peut prendre de moindres précautions, soit en diminuant l'épaisseur du mur d'enceinte, soit même en le supprimant tout-à-fait. Mais il n'appartient qu'à des praticiens éclairés, également familiers avec la connaissance de la résistance des bâtisses et

celle de la force des chaudières à vapeur, de donner un devis qui proportionne exactement les moyens de précaution avec les chances de danger. L'académie, en descendant dans ces détails d'exécution, craindrait de présenter des suggestions qui ne fussent pas aussi favorables qu'on doit le désirer, d'une part à la sécurité publique, de l'autre à l'intérêt des fabricans et des possesseurs de machines à vapeur.

Nous croyons devoir ici reproduire une observation sur la publicité, que l'académie a sanctionnée en approuvant le rapport sur le versement des voitures.

Si l'autorité publique fait tenir un état exact de tous les accidents arrivés aux machines à vapeur de chaque système, et si elle publie cet état, en mentionnant les effets et les causes de tels événements, avec le nom des manufactures où les accidents sont arrivés, et le nom du fabricant de la machine, elle aura pris le plus efficace de tous les moyens pour rendre rares les malheurs qui peuvent résulter de l'emploi des machines à vapeur à simple, à moyenne et à haute pression.

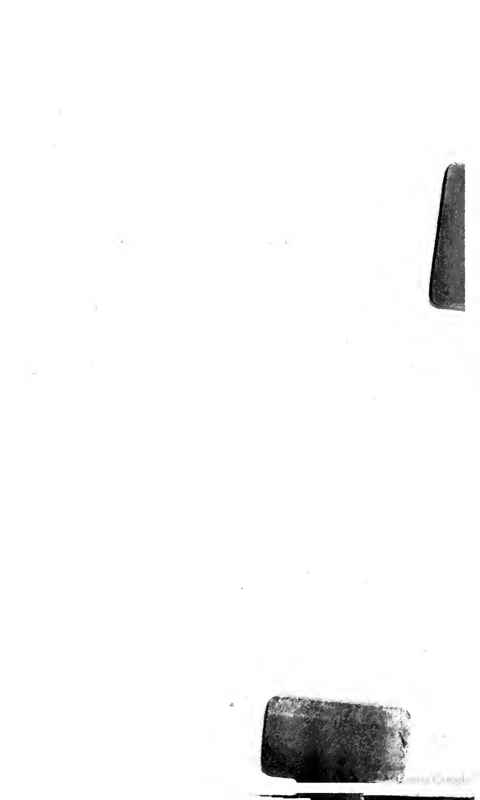
Avec les précautions que nous proposons, nous ne rendrons pas les explosions impossibles, parce que la chose n'est pas au pouvoir de la science; mais nous les rendrons rares et d'un dommage limité. Nous sommes partis de ce

principe que tout moyen mécanique entraîne avec lui ses dangers; et qu'il suffit que ces dangers ne dépassent pas une chance de probabilité très-faible, pour qu'on doive, nonobstant leur possibilité, continuer d'employer les procédés d'industrie qui les font naître.

Fait à Paris, le 14 avril 1823.

Par une Commission composée de MM. le marquis de Laplace, *président*; de Prony, Ampère, Girard, et Charles Dupin, *rapporteur*.

FIN.




BIBLIOTECA